

BREVET D'INVENTION

P.V. n° 984.777

N° 1.408.436

Classif. internat. : G 01 f — G 01 g — G 01 n



Appareil détecteur de masse.

Société dite : AUTOMATION PRODUCTS, INC. résidant aux États-Unis d'Amérique.

Demandé le 11 août 1964, à 12^h 2^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 5 juillet 1965.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 33 de 1965.)

(2 demandes de brevets déposées aux États-Unis d'Amérique les 12 août 1963, sous le n° 301.250, et 6 juillet 1964, sous le n° 381.610, au nom de M. William Burkhardt BANKS.)

La présente invention se rapporte aux appareils détecteurs de masse et concerne plus particulièrement un appareil permettant de déterminer les variations intéressant les caractéristiques physiques d'une masse de matières et notamment de fluides.

L'invention se prête à une application très générale dans le domaine de la mesure des propriétés physiques de matières telle que leur densité, leur poids, leur poids spécifique et la mesure d'un niveau de matières. Elle est particulièrement utile pour la mesure des propriétés physiques de matières en cours d'écoulement et peut être appliquée à des liquides, des gaz et des solides meubles.

L'appareil suivant l'invention comporte essentiellement un élément creux propre à conduire la matière en cours d'écoulement, un dispositif vibreur capable de faire vibrer cet élément à une fréquence fixe tandis que, pour assurer des mesures sensibles et précises, l'élément creux a une fréquence de résonance propre différente de la fréquence de vibration fixe de façon que la mesure de la gamme de valeurs à mesurer s'effectue alors que l'élément vibre à une fréquence autre que sa fréquence de résonance propre, des organes de détection de l'amplitude des vibrations étant reliés à l'élément précité pour détecter toute variation d'amplitude de vibration de celui-ci en réponse à une variation de la masse de la matière étudiée.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, des organes liés à l'élément précité sont prévus pour ajuster la fréquence de résonance propre de cet élément en vue d'une sélection de la gamme de fréquence désirée de fonctionnement de l'élément.

L'invention a également pour but de créer un système de support pour l'élément vibrant, ce système possédant une fréquence de résonance propre notablement inférieure à la fréquence de réso-

nance des dispositifs vibreurs, afin de ne pas gêner le fonctionnement de l'élément vibrant.

L'invention vise encore un système de vibrations et de détections dont la fréquence de résonance propre est notablement plus grande que celle de l'élément vibrant, ce qui permet d'obtenir un appareil de mesure sensible.

Un autre but de l'invention est de créer un élément tubulaire comportant une première et une seconde extrémités, la première extrémité étant fermée et fixée au dispositif vibreur, la seconde étant montée et supportée, au voisinage immédiat du point nodal de la fréquence de résonance propre de l'élément, à l'aide d'organe de support, ce qui permet de mesurer un grand volume de matière et, par conséquent, d'obtenir des mesures précises. Si l'on désire prévoir un écoulement à travers un tel élément, on munit celui-ci d'un orifice d'échappement et d'un conduit d'admission qui pénètre jusqu'à l'intérieur de l'élément et aboutit en un point espacé de l'orifice d'échappement.

L'invention a encore pour but de réaliser un circuit limiteur d'amplitude de vibration monté entre les organes de détection de l'appareil et le dispositif vibreur pour mettre celui-ci hors d'action lorsque le signal de sortie croît jusqu'au-dessus d'une valeur prédéterminée, ce qui évite tout endommagement de l'élément vibrant.

Un autre but de l'invention est de permettre de réaliser un appareil détecteur de masse muni d'un élément en forme d'U propre à conduire une matière, et d'un dispositif vibreur lié à cet élément et qui le fait vibrer à une fréquence fixe, cet élément en forme d'U possédant une fréquence de résonance différente de la fréquence fixe en question, ce qui permet de faire fonctionner cet élément en forme d'U dans une certaine gamme, en vue de détecter des variations de la masse de la

matière, lorsqu'il fonctionne à une fréquence autre que sa fréquence de résonance.

L'invention a également pour but de créer un appareil comprenant un tube en U vibrant et dans lequel la fréquence de fonctionnement et les fréquences de résonance propres des accessoires sont choisies en se référant à la fréquence propre du tube en U, pour permettre l'obtention d'un instrument sensible et précis se prêtant à la mesure de la masse ou des variations de la masse d'une matière en cours d'écoulement à travers le tube en U.

L'invention prévoit encore des organes compensateurs de température permettant d'éviter des variations du signal de sortie de l'appareil dues à des changements de température. Un dispositif compensateur de ce genre comporte un support auxiliaire lié à l'élément et qui est constitué par un alliage à module de température constante pour réduire les effets de la température. Un autre dispositif compensateur de température comporte l'utilisation d'un contrepoids lié à l'élément précité et qui est déplacé pour ajuster la fréquence de résonance propre de l'élément, lorsque la température change, de manière à compenser de tels changements de température.

La description qui va suivre, faite en regard des dessins annexés donnés à titre non limitatif, permettra de mieux comprendre l'invention.

Sur ces dessins :

La figure 1 est une vue en élévation, avec coupe partielle, représentant un mode de réalisation de l'invention dans lequel un élément tubulaire en forme d'U est adapté à la mesure de variation de la masse d'un fluide qui s'écoule à travers lui;

La figure 2 est un graphique représentant des caractéristiques de fonctionnement de l'élément tubulaire suivant l'invention;

La figure 3 est un schéma électrique symbolique représentant un circuit limiteur d'amplitude de vibration destiné à être utilisé dans l'appareil suivant l'invention;

La figure 4 est une vue en élévation, avec coupe partielle, représentant un autre mode de réalisation de l'invention comportant un élément cylindrique soumis à des vibrations pour mesurer la matière;

La figure 5 est une vue en élévation, avec coupe partielle, représentant encore un autre mode de réalisation de l'invention dans lequel il est prévu un élément cylindrique comportant des orifices d'admission et d'échappement convenables pour permettre l'écoulement de la matière à travers lui;

La figure 6 est une vue en élévation, avec coupe partielle représentant un dispositif adjoint à l'appareil suivant l'invention pour compenser des variations de fréquence produites, dans l'élément, par des changements de température;

La figure 7 est une vue en élévation avec coupe

partielle, représentant un autre dispositif compensateur de température pouvant être utilisé avec l'appareil suivant l'invention;

La figure 8 est une vue fragmentaire à plus grande échelle, en coupe transversale, représentant la liaison d'une garniture avec l'intérieur d'un élément suivant l'invention;

La figure 9 est un graphique montrant les relations avec la fréquence des divers accessoires de l'appareil suivant l'invention.

L'appareil suivant l'invention comporte essentiellement un élément creux capable de contenir une matière à mesurer. Cet élément et la matière qu'il contient sont ensuite soumis à des vibrations, mais à une fréquence différente de la fréquence de résonance propre de l'élément, pour assurer une définition maximale des mesures. L'amplitude de vibration de l'élément contenant la matière est ensuite mesurée, ce qui donne une indication de la valeur ou la variation de la valeur, de la propriété physique mesurée de la masse de la matière.

On examinera maintenant les dessins de plus près et en particulier la figure 1 où la référence 10 désigne, dans son ensemble, un premier mode de réalisation d'un appareil permettant de déterminer la masse ou une variation de la masse d'une matière. Cet appareil 10 comporte essentiellement un dispositif vibreur, et des organes permettant de détecter l'amplitude de vibration d'un élément creux 11, à travers lequel s'écoule la matière à mesurer.

Le dispositif vibreur et les organes de détection des vibrations sont, pour faciliter la fabrication et l'entretien, logés dans un boîtier 12 qui comprend une partie tubulaire centrale 14 en forme de T et des parties tubulaires extrêmes 16 et 18. La partie tubulaire centrale 14 est de préférence filetée extérieurement, à son extrémité extérieure 20, pour permettre d'établir une liaison par vissage avec un support convenable 21. A la partie tubulaire centrale 14 est également lié un raccord taraudé (non représenté) permettant d'établir une connexion avec un circuit électrique approprié (non représenté) comme il sera exposé ci-après de façon plus détaillée.

Le dispositif ou ensemble vibreur à moteur ou à transmission est logé et enfermé dans l'extrémité 16 du boîtier. Un disque de retenue 24 qui constitue le support de l'ensemble vibreur est lui-même supporté dans la partie extrême 16 du boîtier par un goujon d'assemblage 28, ou par d'autres moyens appropriés qui le fixent dans l'extrémité 16. Un manchon tubulaire non magnétique 32 est supporté dans le disque de retenue 24 par un épaulement fraisé et s'étend jusqu'à l'intérieur de l'extrémité 16. Dans l'extrémité 16 se trouve une bobine électromagnétique 36 qui entoure le

manchon tubulaire 32 et est supportée par lui. Un noyau magnétique 40 est disposé à l'intérieur de la bobine électromagnétique 36 à l'une des extrémités du manchon non magnétique 32. Des connexions électriques 41 et 44 appliquent un courant électrique fourni par une source extérieure à la bobine électromagnétique 36 qui engendre des vibrations dans une armature vibrante 56 liée à un bras 55 d'une tige en forme de croix 54 elle-même liée à l'élément creux 11 en le faisant vibrer à la fréquence de la source extérieure.

L'ensemble générateur détecteur d'amplitude est logé dans la partie extrême 18 du boîtier. Un disque de retenue 26 constituant le support de l'ensemble détecteur de vibration est fixé dans la partie centrale du boîtier par un goujon d'assemblage 30, le disque 26 supportant à son tour un manchon tubulaire non magnétique 34 dans l'extrémité 18 du boîtier. Un aimant permanent 42 est disposé à l'intérieur d'une bobine électromagnétique 38, à l'une des extrémités du manchon non magnétique 34, ce qui fournit un champ non magnétique pour la bobine 38. A la bobine électromagnétique 38 sont reliées des connexions électriques 46 et 48 qui transmettent le signal engendré dans la bobine détectrice à des organes de commande ou à des instruments indicateurs électriques appropriés. On peut utiliser toute bobine électrique ou tous organes détecteurs convenable, tels que des relais de commande ou des voltmètres indicateurs (non représentés) qui peuvent être utilisés pour contrôler la masse de la matière ou indiquer la valeur, ou le changement de valeur, dans la propriété mesurée de la masse de la matière. Etant donné que ces organes indicateurs et de commande sont classiques et ne font pas partie de l'invention, on a considéré qu'ils ne nécessitaient aucune autre description.

L'armature magnétique 56 vibre en réponse à la fréquence de la tension électrique appliquée à la bobine électromagnétique 36 et fait à son tour vibrer la tige de liaison 54 et l'élément 11 à cette fréquence appliquée ou fréquence d'excitation. La tige 54 comprend également un bras 53 qui pénètre jusque dans l'élément tubulaire 34 de l'ensemble détecteur d'amplitude et qui supporte, à son extrémité, une armature magnétique 58 qui vibre et induit dans la bobine 38 une tension qui indique l'amplitude de vibration de l'élément 11.

Bien que la tige 54 ainsi que le dispositif vibrateur et les organes de détection de vibration puissent être liés à l'élément 11 pour le faire vibrer dans toute direction désirée, on a représenté sur la figure 1 le cas où ils vibrent dans un plan contenant les deux branches de l'élément 11 en forme d'U de façon à faire vibrer cet élément 11 et la matière qu'il contient et à détecter la variation d'amplitude de vibration qui se produit en

réponse à une variation de la masse de la matière traversant l'élément 11.

Les armatures 56 et 58 sont liées matériellement à l'élément creux 11. De préférence, les bras 53 et 55 sont en une matière non magnétique, de manière à isoler magnétiquement l'armature vibrante 56 et l'armature détectrice 58 l'une de l'autre, afin d'empêcher une interférence magnétique entre elles. En outre, on peut voir que la tige 54 comporte un prolongement 51 qui est fileté et destiné à recevoir un écrou 59 formant contrepoids. Ainsi, en modifiant la position de cet écrou 59 sur le prolongement 51 de la tige, on peut ajuster la fréquence de résonance propre de l'élément 11 en vue d'accorder l'appareil et d'obtenir des caractéristiques de fonctionnement convenables, comme décrit plus loin de façon plus détaillée.

Des éléments de guidage 73 et 75 sont fixés à l'intérieur de la partie centrale du boîtier 14 et présentent un trou central, les bras 55 et 53 étant engagés respectivement dans les trous centraux des éléments 73 et 75 où ils peuvent coulisser et qui assurent leur guidage. Les éléments de guidage limitent la direction de vibration des tiges 53 et 55, ce qui évite l'introduction d'un mouvement extérieur dans les éléments vibrants de l'appareil, mouvement qui pourrait perturber le signal reçu.

Ainsi, lorsque l'armature 56 est mise en vibration, en réponse à un signal électrique appliqué aux conducteurs électriques 41 et 44, l'élément 11 et la matière qu'il traverse vibrent en fonction de ce signal. En outre, l'armature 58 mesurant l'amplitude vibre également en réponse à la vibration de l'élément 11 et induit dans les conducteurs électriques 46 et 48 un signal proportionnel à l'amplitude de vibration de l'élément 11. Pour empêcher le blocage des vibrations dans l'élément 11, celui-ci est supporté en des points 60 et 62 par des supports convenables 21. Les points de support 60 et 62 sont disposés au voisinage immédiat des points nodaux de la fréquence de résonance propre de l'élément 11, mais comme décrit plus loin de façon plus détaillée, cet élément est mis en vibration à une fréquence différente de sa fréquence de résonance propre par la vibration de l'armature 56. Etant donné qu'il peut être désirable d'effectuer des ajustements de la fréquence de résonance propre de l'élément 11 plus important que ceux que permet le réglage de l'écrou 59, pour assurer la gamme de fréquence de fonctionnement désirée, des manchons de réglage 64 et 66 sont prévus pour lier l'élément 11 au support 21. La position des manchons annulaires de réglage 64 et 66 peut être modifiée (comme représenté par le profil en trait interrompu) pour permettre un ajustement large de la fréquence de résonance propre et par conséquent de la gamme de fonctionnement de l'élément 11.

On voit donc que les caractéristiques de fonction-

nement de l'élément 11 peuvent être modifiées de manière à faire varier la fréquence de résonance propre de cet élément. Un ajustement large peut être effectué en réglant la position des manchons annulaires 64 et 66 par rapport à l'élément 11 pour déterminer la gamme désirable et un ajustement fin peut être effectué en ajustant la position de l'écrou-contrepoids 59 sur le prolongement 51 de la tige.

On va maintenant examiner la figure 9 qui permet de mieux apprécier les relations désirées avec la fréquence des divers accessoires de l'appareil 10. Les graphiques de cette figure montrent les courbes de la réponse en amplitude, en fonction de la fréquence, des accessoires, la courbe 120 étant celle du support 21, la courbe 122, celle de l'élément 11, et la courbe 124 la courbe de réponse de l'ensemble de vibration et de détection qui comprend la tige 54 et ses éléments de liaison.

On remarquera tout d'abord que la courbe 120 de support a une réponse aux diverses fréquences beaucoup plus faible que la courbe 122 de l'élément 11. Ainsi la vibration du support 21 ne perturbe pas le signal de sortie résultant de la courbe 122 de l'élément 11, courbe qui varie en réponse à des variations de la masse de la matière s'écoulant à travers l'élément 11. D'une manière analogue, la fréquence de résonance naturelle de l'ensemble de vibration et de détection liée à la tige 54 est choisie telle qu'elle corresponde à une courbe de réponse aux différentes fréquences 124 beaucoup plus élevées que la courbe 122 de l'élément 11. Ainsi, en raison de la différence entre les fréquences de réponse propres des différents accessoires de l'appareil 10, il n'y a aucune interférence avec la partie de l'appareil, à savoir l'élément 11, qui assure une mesure de la masse de la matière et dont on désire mesurer les vibrations.

On examinera maintenant la figure 2 où l'on voit en 76 et 78 deux courbes de fonctionnement qui représentent les caractéristiques de réponse de l'élément 11 ou la tension de sortie de la bobine détectrice 38 en réponse à la fréquence à laquelle on fait vibrer l'élément 11. Bien que comme on peut le remarquer sur cette figure, la sensibilité maximum se produise aux maxima de la courbe, c'est-à-dire lorsque l'élément 11 vibre à sa fréquence de résonance propre, on a constaté qu'il est préférable pour diverses raisons de ne pas opérer à la fréquence de résonance propre. Tout d'abord, il existe une largeur de bande morte de définition médiocre à la fréquence de résonance propre, ce qui se traduit par un signal de sortie instable. En outre, étant donné que la courbe caractéristique de fonctionnement est symétrique par rapport à la fréquence de résonance propre, il existe, de part et d'autre de la fréquence de réso-

nance propre, deux points qui correspondent au même signal de sortie, mais à des fréquences de fonctionnement différentes et qui, par conséquent, définissent deux valeurs différentes de la masse de la matière contenue dans l'élément 11. En d'autres termes, en ce qui concerne la courbe de fonctionnement 76, il est préférable de faire fonctionner l'élément 11 dans la gamme comprise entre A et B en dehors de laquelle se trouve la fréquence de résonance propre.

On remarquera que, si l'élément 11 vibre à une fréquence supérieure à sa fréquence propre, il existe un point E qui donne un signal de sortie analogue à celui du point B mais qui, en fait, correspond à une fréquence de fonctionnement différente. En conséquence, il est désirable de limiter le fonctionnement de l'élément 11 à une gamme comprise entre A et B, d'un côté du point correspondant à la fréquence de résonance propre. Si l'on désire obtenir plus de sensibilité, on peut augmenter la tension d'entrée de commande appliquée à la bobine électromagnétique 36, de façon que l'appareil 10 fonctionne suivant la courbe 78, dans la gamme comprise entre C et D, qui permet d'obtenir un signal de sortie plus sensible pour une même variation de fréquence.

Une autre raison de ne pas faire fonctionner l'élément 11 à sa fréquence de résonance propre est le fait que si l'installation agit avec une puissance suffisante pour surmonter tous effets extérieurs affectant l'élément 11, cet élément, qui est métallique, subit des contraintes et risque d'être endommagé. Aussi est-il préférable de faire fonctionner l'élément 11 en dehors de sa fréquence de résonance propre pour pouvoir utiliser une plus grande quantité d'énergie pour actionner cet élément et le rendre moins sensible aux conditions extérieures tout en lui évitant des contraintes. C'est pourquoi il existe des limites supérieures au-dessus desquelles il n'est pas désirable de faire fonctionner l'élément 11. Ainsi, par exemple, en ce qui concerne la courbe 76, l'amplitude maximum de vibration doit être limitée à la ligne 80, et en ce qui concerne la courbe de fonctionnement 78, l'amplitude maximum de vibration est limitée à la ligne 82.

On examinera maintenant la figure 3 où sont représentés un circuit de commande approprié 84 capable d'appliquer la tension désirée à la bobine de commande 36 de l'appareil 10 et un circuit de mesure convenable 86 destiné à recevoir le signal de sortie provenant de la bobine de sortie 38 de l'appareil 10. Pour limiter l'amplitude de vibration au-dessous de la fréquence de résonance propre, un circuit de contrôle 88 est prévu pour recevoir et contrôler le signal de sortie de l'appareil 10. Lorsque ce signal de sortie atteint une valeur de limitation d'amplitude telle que celles qui sont repré-

sentées par les lignes 80 et 82 (fig. 2) le circuit de contrôle déconnecte le circuit de commande 84 et, si on le désire, actionne un circuit d'avertissement (non représenté).

On se référera maintenant à nouveau à la figure 2 pour indiquer que, si l'on désire élargir la gamme de mesure en cours, on peut augmenter la fréquence de résonance propre de l'élément 11 en déplaçant vers le haut les manchons annulaires de réglage 64 et 66 (fig. 1) comme représenté par les traits interrompus et qu'on obtient alors une courbe de fonctionnement plus large 90 qui comporte une gamme de fonctionnement comprise entre G et H.

On examinera maintenant à la fois les figures 1 et 8, sur lesquelles on peut voir que l'élément 11 comporte une garniture intérieure 92. L'élément 11 en forme d'U de la figure 1 est susceptible d'être incorporé aux installations de traitement usuelles. Ainsi, une matière en cours d'écoulement et qui est sous pression peut être mesurée efficacement sans perturbation du traitement de la matière. En outre, dans le cas de matières corrosives, on peut utiliser une garniture intérieure convenable (par exemple en matière vendue sous la dénomination commerciale de « Teflon », marque déposée) une garniture 92 de ce genre pouvant être aisément enfilée à travers le tube 11 pour le protéger de la corrosion. Un raccord femelle convenable 94 peut être adapté autour des extrémités du tube 11 et de la garniture 92 qui sont évasés de manière à pouvoir recevoir un raccord mâle 96 comportant une extrémité en forme de coin 98 qui coopère avec un élément 100 en forme de coin pour assurer un serrage de l'extrémité évasée du tube 11 et de la garniture 92 afin d'établir une liaison étanche aux fluides et à protéger ainsi l'élément 11 contre la corrosion.

Bien entendu, on peut réaliser diverses variantes de l'appareil suivant l'invention qui comporte un dispositif vibreur transmettant des vibrations à un élément conducteur de matière qui transmette à son tour des vibrations à un organe de mesure d'amplitude, ce qui permet de mesurer des valeurs et des variations de la masse de la matière contenue dans l'élément en question. Les figures 4 et 5 représentent des variantes de l'invention, les lettres « a » et « b » désignant des organes qui correspondent sensiblement à ceux de la figure 1 pour faciliter la comparaison.

On examinera maintenant la figure 4 sur laquelle est représentée une variante de l'invention dans laquelle l'élément creux 11a se présente sous la forme d'un élément tubulaire rectiligne, au lieu d'être en forme d'U comme sur la figure 1. Ici la matière à mesurer pénètre dans l'élément 102 où elle s'accumule sous un grand volume qui permet de détecter des variations plus faibles de la

masse de la matière qu'avec l'élément tubulaire en U de la figure 1. Cette structure de type particulier est également utile pour mesurer un niveau de matière, lorsque l'appareil est fixé aux côtés d'un récipient au niveau auquel on désire contrôler la position de la matière.

Lorsqu'on désire utiliser un élément vibrant de grandes dimensions et mesurer comme précédemment des variations dans une matière en cours d'écoulement, on peut utiliser le mode de réalisation que montre la figure 5. Il est prévu ici un cylindre 104 qu'on fait vibrer par rapport à la base du support 21b et qui est muni d'un tube d'admission 106 et d'un tube d'échappement 108, dont l'un se termine à l'une des extrémités du cylindre et l'autre au voisinage immédiat de l'autre extrémité du cylindre et est espacé du tube d'échappement 108, pour assurer que le fluide contenu dans le cylindre est continuellement renouvelé à mesure que la matière pénètre dans le tube d'admission 106 et s'écoule par le tube d'échappement 108, pour assurer une mesure précise des variations de la masse de la matière en cours d'écoulement. De préférence, les tubes d'admission et d'échappement sont reliés à l'élément cylindrique 104, à l'extrémité éloignée de la liaison avec l'ensemble vibrant, de manière à ne pas influencer sur la vibration de l'élément 104, ni par conséquent, sur les mesures de sortie.

Dans les divers modes de réalisation de l'invention, l'appareil peut être avantageusement monté sur une embase de support 110, comme montré sur la figure 5. Toutefois, le support de montage 21 et les divers organes de support doivent avoir eux-mêmes une fréquence de résonance propre notablement inférieure à celle de l'élément actif, comme précédemment exposé, pour assurer que le support et sa base ne sont pas soumis à des vibrations qui pourraient interférer avec celles de l'élément actif.

Bien entendu, étant donné que l'élément vibrant est en métal, son module d'élasticité varie avec la température et, par voie de conséquence, sa fréquence de résonance propre et ses caractéristiques de fonctionnement varient lorsque la température change. En conséquence, comme on peut le voir sur la figure 6, un support compensateur de température 111 est prévu, l'une de ses extrémités étant liée au support 21. Ce support 111 est en forme de T, les extrémités du T étant liées aux branches de l'élément 11 en forme d'U. Le support compensateur de température 111 est établi en un alliage métallique à module constant tel que ceux qui sont vendus aux Etats-Unis sous les dénominations commerciales de « Ni-Span-C » ou « Iso-Elastic ». Dans ces conditions, en réponse à un changement de température, bien que la fréquence de résonance propre de l'élément 11 varie, les changements de

température n'ont qu'un effet proportionnellement plus réduit en raison de la présence du support de l'élément compensateur de température 110 qui porte l'élément 11 et vibre avec lui.

On examinera maintenant la figure 7, qui représente un autre dispositif compensateur de température qui peut être associé au mode de réalisation de l'invention représenté sur la figure 1. Dans cette variante, un coulisseau d'accord 112 qui peut glisser sur l'élément 11 est sollicité élastiquement dans le sens tendant à abaisser la fréquence de résonance propre de l'élément 11 par un ressort de compression 114 à module constant. Un ressort de compression 116 en métal ferreux dont la force diminue à mesure que la température augmente résiste au mouvement du coulisseau d'accord 112. En conséquence, à mesure que la température augmente, la fréquence de résonance naturelle de l'élément 11 diminue. Toutefois, la force exercée par le ressort en métal ferreux 116 diminue également en même temps de sorte que le coulisseau d'accord 112 est déplacé vers les points de support 62 et 64 par le ressort 114, ce qui tend à élever la fréquence de résonance propre de l'élément 11. En conséquence, la fréquence de résonance propre de cet élément est maintenue constante en présence de changements de température.

Pour mettre l'appareil en service, dans le mode de réalisation que montre la figure 1, on branche une source électrique convenable, au moyen des conducteurs électriques 41 et 44 à la bobine électromagnétique 36 qui constitue le dispositif vibreur assurant la mise en vibration de l'élément creux 11. Lorsque la bobine électromagnétique 36 est excitée par un courant alternatif, l'armature vibrante 56 est alternativement attirée et relâchée successivement, de manière à faire vibrer la tige de liaison 54 à la fréquence de la source électrique branchée. Ainsi, la vibration de la tige de liaison 54 est transmise à l'élément creux 11. A son tour, la vibration de cet élément 11 est retransmise à la tige 54, puis à l'armature de mesure d'amplitude de vibration 58. La bobine électromagnétique ou bobine détectrice 38 engendre ainsi une tension résultant de la vibration de l'armature 58 dans le champ magnétique de l'aimant permanent 42. Le signal provenant de cette bobine détectrice 38 est transmis, par des conducteurs électriques 46 et 48, à un circuit électrique de type convenable quelconque comportant des organes de commande ou des instruments indicateurs électriques (non représentés). La valeur ou les changements de valeur de la masse de la matière qui traverse l'élément creux 11 affecte l'amplitude de vibration de cet élément, ce qui est transmis à l'armature de mesure d'amplitude 58.

On utilise de préférence une fréquence de vibration fixe, telle que la fréquence de vibration cou-

rante de 60 périodes qui se traduit par une vibration de 120 périodes de l'élément 11. Si l'on examine maintenant à nouveau la figure 2, on remarquera que la fréquence de résonance propre de l'élément 11 est choisie telle que celui-ci vibre à une fréquence différente de sa fréquence de résonance propre. Ainsi, par exemple, une courbe de fonctionnement type serait la courbe 90 où l'on utilise une fréquence de fonctionnement type de 60 périodes, ce qui donne 120 vibrations par seconde et où la fréquence de résonance propre de l'élément 11 est choisie égale à 140 périodes. En conséquence, la gamme de fonctionnement, pour la matière choisie, s'étendrait suivant le segment G-H. La sélection de la fréquence de résonance de l'élément 11 peut s'effectuer en réglant convenablement les manchons 64 et 66 (fig. 1), le long des branches de l'élément 11. Etant donné que ceci modifie le point de support effectif en affectant la rigidité des branches de l'élément 11, la fréquence de résonance propre de celui-ci peut être ajustée. De plus, en déplaçant l'écrou-contrepoids 59 sur le prolongement 51 de la tige 54, on peut effectuer un ajustement ou accord beaucoup plus fin de la fréquence de résonance propre de l'élément 11. En outre, bien entendu, la fréquence de résonance propre de l'élément 11 dépend de la direction de vibration. Si la vibration s'effectue comme représenté sur la figure 1, l'élément 11 aura une fréquence de résonance propre relativement élevée par rapport au cas où il vibre dans une direction transversale au plan des branches de l'élément 11.

Comme précédemment mentionné à propos des figures 2 et 3, il est désirable de limiter l'amplitude de vibration de l'élément 11, de manière à ne pas appliquer de contraintes excessives à cet élément qui est métallique, de sorte qu'un circuit de commande approprié tel que celui représenté sur la figure 3 peut être prévu à cet effet. Si, dans ces conditions, la matière traversant l'élément 11 vient à subir une variation brusque qui provoque un accroissement appréciable de l'amplitude de vibration, le circuit de contrôle 88 détecte cet accroissement du signal et met hors d'action le circuit de commande 84 pour éviter un endommagement de l'élément vibrant 11.

On examinera maintenant à nouveau la figure 9 et on remarquera que les fréquences de résonance propres des différents accessoires de l'appareil 10 sont choisies telles que leur relation assure une sensibilité maximum et que le signal de sortie ne soit affecté que par des variations de la masse de la matière traversant l'élément 11. En conséquence, le support 21 est choisi de façon qu'il présente une courbe de fréquence de résonance propre 120 relativement basse et n'empiétant pas sur la courbe de fréquence de résonance propre 122 de l'élément 11. De façon analogue, l'ensemble détecteur de vi-

bration qui comprend la tige 54 et ses éléments de liaison est choisi pour présenter une courbe de fréquence de résonance propre 124 relativement élevée et n'empiétant pas non plus sur la courbe de réponse 122 de l'élément vibrant. Grâce à ce choix particulier des fréquences de résonance propres des accessoires de l'appareil 10 et en raison du fait que l'élément 11 fonctionne à l'écart de sa fréquence de résonance propre, la vibration de cet élément n'est pas affectée par des conditions extérieures et une quantité d'énergie suffisante peut être utilisée pour actionner cet élément 11, de sorte qu'aucune condition extérieure n'affecte le signal de sortie.

On considérera maintenant à nouveau les figures 4 et 5, qui montrent, comme déjà indiqué, que des éléments cylindriques 102 et 104 peuvent être utilisés au lieu du tube en U représenté sur la figure 1, ce qui permet de mesurer une plus grande quantité de matière, de telle sorte que des variations légères dans cette matière soient plus aisément détectées, ce qui permet de réaliser un instrument très sensible. Pour assurer que la matière pénétrant dans l'élément cylindrique est évacuée et renouvelée dans le cas d'une matière en cours d'écoulement, il est prévu un conduit d'échappement 108 et un conduit d'admission 106 communiquant avec l'élément 104, l'extrémité du conduit d'admission 106 se terminant en un point espacé du conduit d'échappement 108. Ainsi, à mesure que du fluide pénètre dans le conduit d'admission 106 et est évacué à travers le conduit d'échappement 108, la matière contenue dans l'élément 104 est périodiquement renouvelée.

Par ailleurs, comme précédemment mentionné, étant donné que des changements de température affectent et font varier la fréquence de résonance propre de l'élément 11, un équipement auxiliaire approprié peut être utilisé pour compenser les changements de température. Sur la figure 6, un support 111 en forme de T en un alliage à module constant peut être utilisé pour contribuer à supporter l'élément 11. Ainsi, le support supplémentaire 111, qui est relativement indépendant des changements de température, assure un effet proportionnellement moindre de la température en ce qui concerne les variations de la fréquence de résonance propre de la combinaison comprenant l'élément 11 et le support 111.

En outre, le coulisseau d'accord 112 de la figure 7, qui peut glisser sur l'élément 11, peut être déplacé dans un sens propre à compenser les variations de température. Ainsi, lorsqu'un changement de température provoque une variation de la fréquence de résonance propre de l'élément 11 une variation analogue se produit dans le ressort en métal ferreux 116. Toutefois, étant donné que le ressort 114 est en un alliage du type à module constant, il n'est pas affecté par le changement de température.

En conséquence, il déplace le coulisseau d'accord 112 dans un sens propre à surmonter l'action du ressort 116 et à maintenir une fréquence de résonance propre constante de la combinaison comprenant le coulisseau d'accord 112 et l'élément 11.

Certaines modifications peuvent encore être apportées aux modes de réalisation décrits, dans le domaine des équivalences techniques, sans s'écarter de l'invention.

RÉSUMÉ

1° Appareil détecteur de masse pour matières en cours d'écoulement comprenant un élément creux propre à conduire cette matière, des organes de support de cet élément au voisinage du point nodal de sa fréquence de résonance propre, ces organes possédant eux-mêmes une fréquence de résonance propre notablement inférieure à celle de l'élément en question, un dispositif vibreur lié à cet élément pour le faire vibrer, ce dispositif ayant une fréquence de vibration fixe, l'élément vibrant ayant une fréquence de résonance propre différant de cette fréquence de vibration fixe dans une mesure telle que la gamme des valeurs mesurées de la matière ne provoque pas une vibration de l'élément précité à sa fréquence de résonance propre, et des organes détecteurs de vibrations mesurant l'amplitude liés à l'élément vibrant pour détecter les variations de vibration de cet élément lorsque la masse de la matière s'écoulant dans cet élément varie.

2° Modes de réalisation de cet appareil détecteur de masse présentant les particularités suivantes, considérées séparément ou collectivement :

a. Le dispositif vibreur comprend une armature vibrante liée à l'élément creux et une armature de détection d'amplitude de vibration liée à cet élément, de manière à détecter une variation de vibration de cet élément en réponse à une variation de la masse de la matière qui s'écoule dans cet élément, le dispositif vibreur faisant vibrer l'armature vibrante à une fréquence de vibration fixe, l'armature vibrante et l'armature de détection ayant une fréquence de résonance propre notablement différente de celle de l'élément vibrant, des organes étant prévus pour mesurer l'amplitude de vibration de l'armature de détection;

b. L'élément vibrant est constitué par un tube comportant une première extrémité fermée et une seconde extrémité ouverte en vue de recevoir la matière en cours d'écoulement, l'extrémité ouverte du tube étant disposée au voisinage immédiat des organes de support et l'extrémité fermée du tube étant liée à l'armature vibrante;

c. Le tube comporte un orifice d'échappement voisin de sa seconde extrémité, et un conduit d'admission qui est relié à lui et qui s'étend intérieure-

ment à lui et se termine en un point peu espacé de l'orifice d'échappement;

d. Les organes liés à l'élément vibrant permettent d'ajuster sa fréquence de résonance propre;

e. Les organes mentionnés en d comprennent un manchon annulaire disposé entre le support et l'élément vibrant;

f. Les mêmes organes comprennent un contre-poids réglable lié à l'élément vibrant;

g. L'appareil comporte un dispositif compensateur de température comprenant un élément allongé en alliage à module de température constant, ledit élément étant lié au support précité, à l'une de ses extrémités et étant lié, à son autre extrémité, à l'élément vibrant précité pour supporter celui-ci et vibrer avec lui, ce qui réduit l'effet des changements de température sur cet élément vibrant;

h. Le contre-poids peut coulisser sur l'élément vibrant, un ressort en métal ferreux agissant sur ce contre-poids dans un sens tendant à augmenter la fréquence de résonance propre de l'élément vibrant et du contre-poids associé, ce ressort devenant de plus en plus faible à mesure que la température augmente, un ressort de compression à module constant agissant sur le contre-poids dans un sens opposé à celui dans lequel agit le ressort en métal ferreux;

i. L'appareil comprend un circuit électrique limiteur d'amplitude de vibration monté entre les orga-

nes de mesure d'amplitude et le dispositif vibreur et qui a pour fonction de mettre hors d'action ce dernier lorsque le signal de sortie croît jusqu'au-dessus d'une limite prédéterminée;

j. L'élément creux a un profil en U et comprend une tige en forme de T, dont le corps est lié à cet élément, une armature vibrante liée à l'une des branches de la tige en forme de T, une armature de détection d'amplitude de vibration liée à l'autre branche de la tige en forme de T pour détecter une variation éventuelle de vibration de l'élément en forme d'U, et des organes de mesure de l'amplitude de vibration de l'armature de détection, la tige en forme de T et les armatures ayant une fréquence de résonance propre notablement différente de celle de l'élément en forme d'U;

k. Les organes de support ont une fréquence de résonance propre notablement différente de celle de l'élément vibrant;

l. Des éléments de guidage permettent aux branches de la tige en forme de T de vibrer longitudinalement en toute liberté, mais limitent la vibration transversale de ces branches.

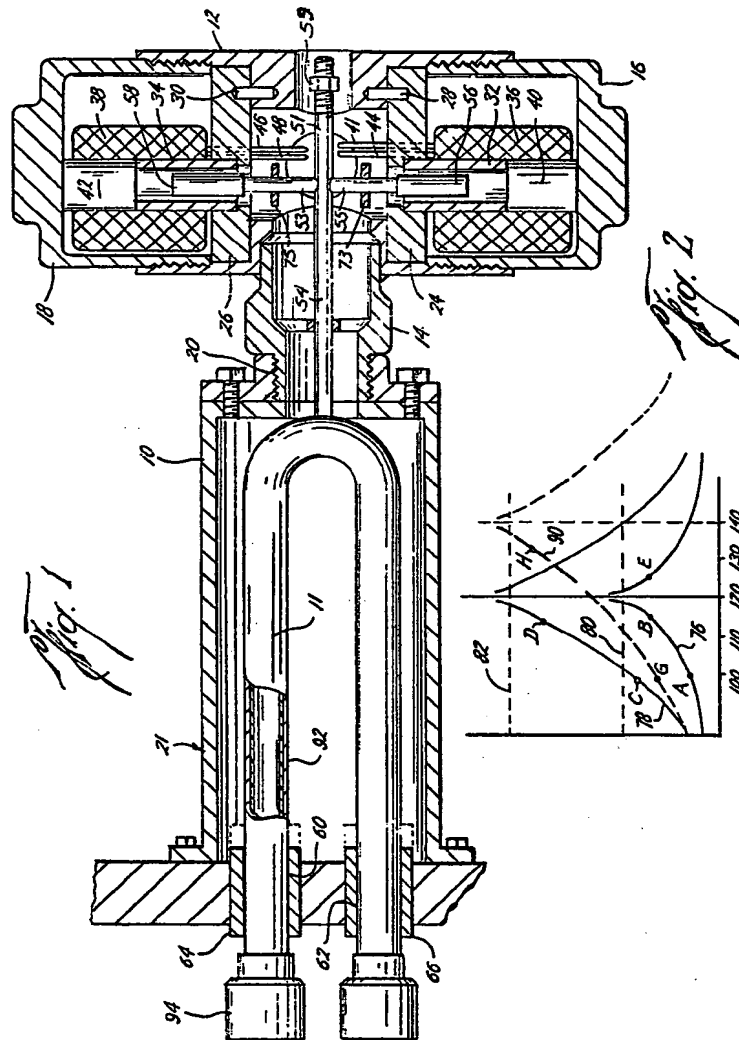
Société dite :
AUTOMATION PRODUCTS, INC.

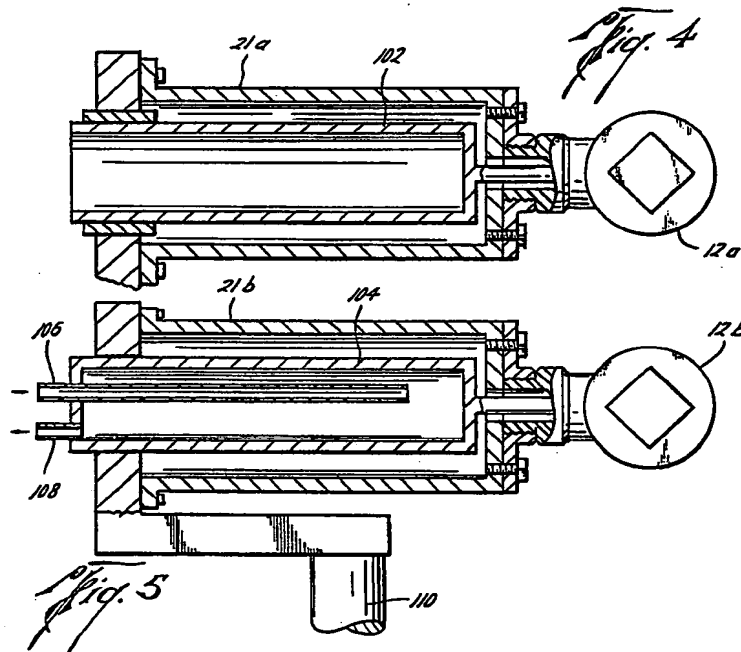
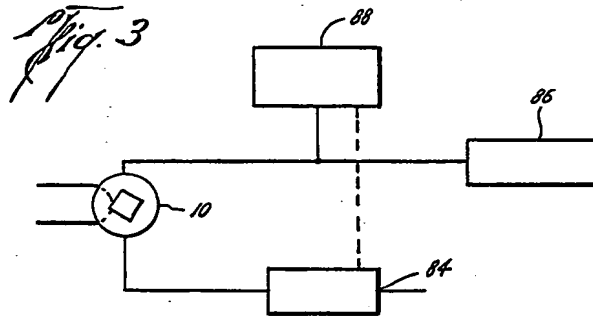
Par procuration :
Cabinet MAULVAULT

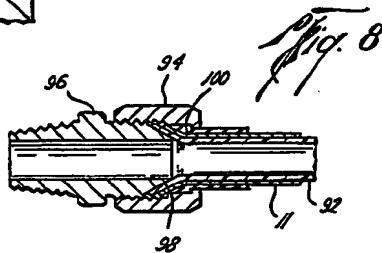
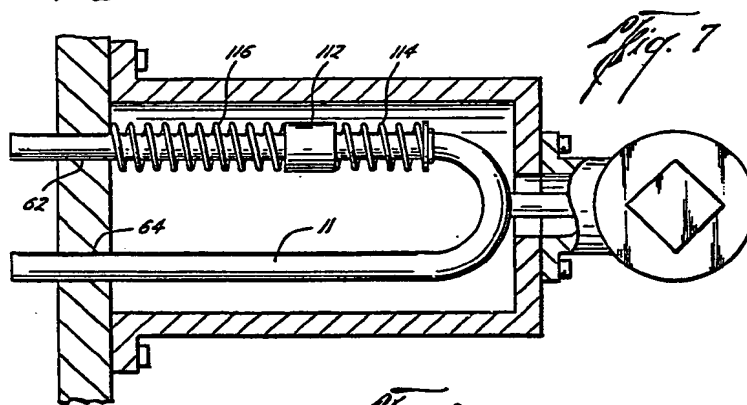
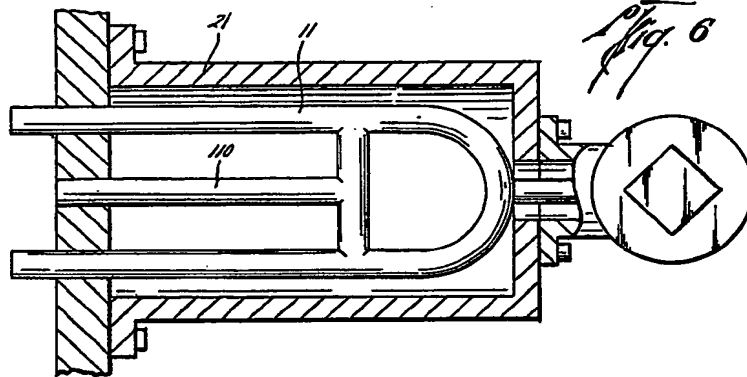
Nº 1.408.436

**Société dite :
Automation Products, Inc.**

4 planches. - Pl. I







N° 1.408.436

Société dite :
Automation Products, Inc.

4 planches. - Pl. IV

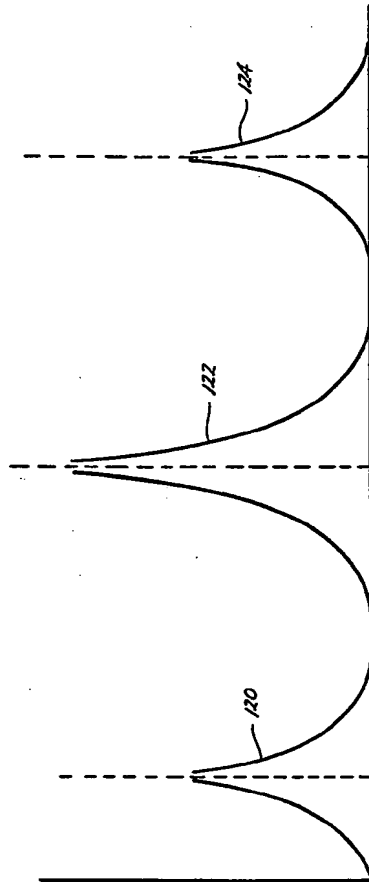


Fig. 9